

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ И УПРОЧНЕНИЯ РУДОУГОЛЬНЫХ ОКАТЫШЕЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ITMK3

Аннотация

Исследовано влияние температуры сушильного агента и упрочняющих добавок на продолжительность сушки и прочностные характеристики рудугольных окатышей, предназначенных для технологии ITmk3.

Ключевые слова: рудугольные окатыши, бентонит, интерполимерное соединение, полимерминеральное, сушка.

Abstract

Report: Temperature influence of the drying agent and hardening additives on drying duration and hardening features of coal ore pellets which designed for ITmk3 have been studied.

Keywords: iron ore-coal pellets, bentonite, interpolymer compound, polymermineral compound, drying.

К сухим окатышам в технологии ITmk3, являющимся исходным материалом для получения чугуновых гранул, предъявляют высокие требования. Эти требования обусловлены: 1) необходимостью их транспортировки и загрузки в печь с вращающимся подом; 2) обеспечением целостности окатышей при нагреве и восстановлении до начала процессов плавления и отделения шлака от металла.

Целью настоящего исследования является изучение особенностей процесса сушки и упрочнения рудугольных гематитовых окатышей с разными видами связующих веществ для использования в процессе ITmk3.

Так, по результатам первого этапа исследования [1] сушке подвергали окатыши из гематитового концентрата с удельной поверхностью $\sim 2000 \text{ см}^2/\text{г}$, в качестве упрочняющей добавки использовали бентонит, интерполимерное (ИПС) и полимерное (ПМС) связующие вещества. Температура сушильного агента в опытах составила 150, 200 и 250 °С.

Сырые окатыши сушили на установке, состоящей из камеры сушки, оборудованной весами, вентилятора, ротаметра, измеряющего расход воздуха, электрического нагревателя, прибора для измерения температуры и персонального компьютера. Опыты проводили в следующем порядке. После включения всех приборов в камере сушки устанавливали заданный расход воздуха и температуру теплоносителя с помощью вентиля на трансформаторе. При достижении требуемой температуры теплоносителя в рабочую камеру вводили корзинку с окатышами и подвешивали к весам. На мониторе компьютера, с помощью соответствующей

программы, строился график изменения веса окатышей во времени. Скорость теплоносителя в опытах была постоянной и составила 1,5 м/с.

Анализ полученных данных во всех опытах свидетельствовал о том, что механизм процесса сушки гематитовых окатышей, содержащих большое количество твердого топлива, не противоречит существующим данным для других окатышей, т. е. проходит в три стадии: прогрев влажного тела и соответственно переход влаги в пар; период постоянной скорости сушки и перемещение влаги к поверхности материала и период падающей скорости сушки – перемещение пара с поверхности в окружающую среду.

Из анализа данных, представленных на рис. 1, следует, что с повышением температуры теплоносителя продолжительность сушки сокращается для всех типов окатышей, вследствие интенсификации процесса парообразования, а также за счет увеличения коэффициента теплоотдачи [2].

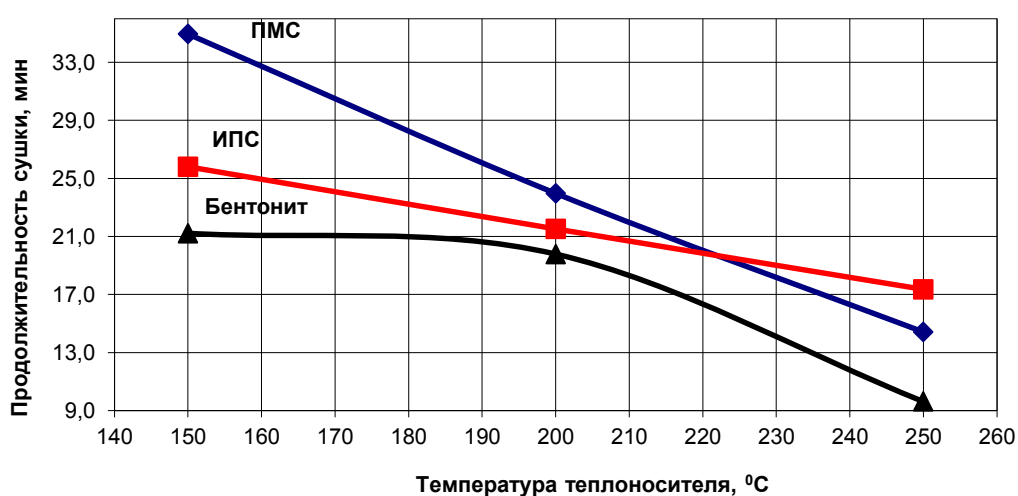


Рис. 1. Влияние температуры теплоносителя и типа связующего на продолжительность сушки окатышей

Однако, наряду с температурой сушильного агента, на продолжительность сушки влияет тип связующего материала. Независимо от температуры теплоносителя, окатыши, содержащие бентонит в количестве 1,2 %, характеризуются наименьшей продолжительностью сушки, несмотря на высокую исходную влажность из всех исследуемых образцов (до ~12,8 %). Высокая скорость удаления влаги из окатышей с бентонитом по сравнению с окатышами с использованием интерполимерного и полимерминерального связующих веществ, обусловлена развитой поровой структурой первых, составляющая 26 %. При этом повышение температуры теплоносителя до 200 °C незначительно влияет на общую продолжительность сушки, однако дальнейший ее рост, до 250 °C приводит к сокращению общего времени сушки до 10 минут.

Окатыши, полученные с использованием полимерминерального связующего (ПМС), характеризуются низкой исходной влажностью ~ 8,4 %, но при этом процесс сушки более продолжительный, что связано с плотной структурой окатышей (пористость 23 %). При этом продолжительность сушки с повышением температуры теплоносителя значительно сокращается. В окатышах с интерполимерным связующим (ИПС), несмотря на развитую поровую

структуру (пористость 26 %) и умеренную влажность (9 %), процесс удаления влаги из окатышей продолжительней, чем у окатышей с бентонитом, но более быстрый, чем у окатышей с ПМС. Эти аспекты определяются особенностями межфазного взаимодействия рудных частиц и эмульсии связующего.

Закономерности формирования прочности сухих окатышей исследовали в зависимости от температуры теплоносителя и вида связующего материала с учетом влияния скорости сушки окатышей.

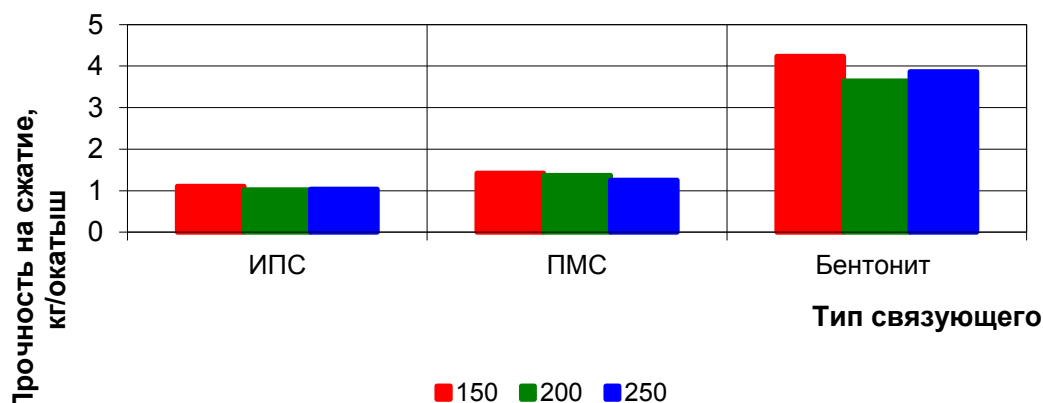


Рис. 2. Влияние температуры на прочность сухих окатышей с разными связующими добавками (цифры внизу – температура газа теплоносителя, °C)

Анализ данных, приведенных на рис. 2, позволяет сделать выводы, что повышение температуры теплоносителя не оказывает существенного влияния на прочность рудоугольных окатышей. Так, влияние температуры теплоносителя на прочность окатышей, изготовленных с ИПС и ПМС связующими, незначительно, что возможно из-за недостаточно развитых контактов вследствие малого количества коллоидной массы связующих веществ, влияющей на силы адгезии. Однако, увеличение содержания данного типа добавок в шихте приводит к образованию большого количества мелкой фракции (~ 5 мм) на стадии сырого окомкования, по причине обволакивания рудных частиц полимерами, и, как следствие, приводит к низкой скорости окомкования.

Окатыши с ПМС характеризуются более высокой скоростью сушки (рис. 3) при температуре теплоносителя выше 220 °C. Можно предположить, что уменьшение скорости теплоносителя будет способствовать упрочнению окатышей за счет более медленного подвода тепла с периферии в центр окатыша.

Прочность на сжатие у сухих окатышей с бентонитом выше, чем у окатышей в ИПС и ПМС добавками, но с повышением температуры сушильного агента скорость процесса сушки увеличивается, и прочность окатышей снижается, хоть и незначительно, что связано с разрушением связей коллоидных частиц связующего вещества, при высокой скорости сушки (рис. 3).

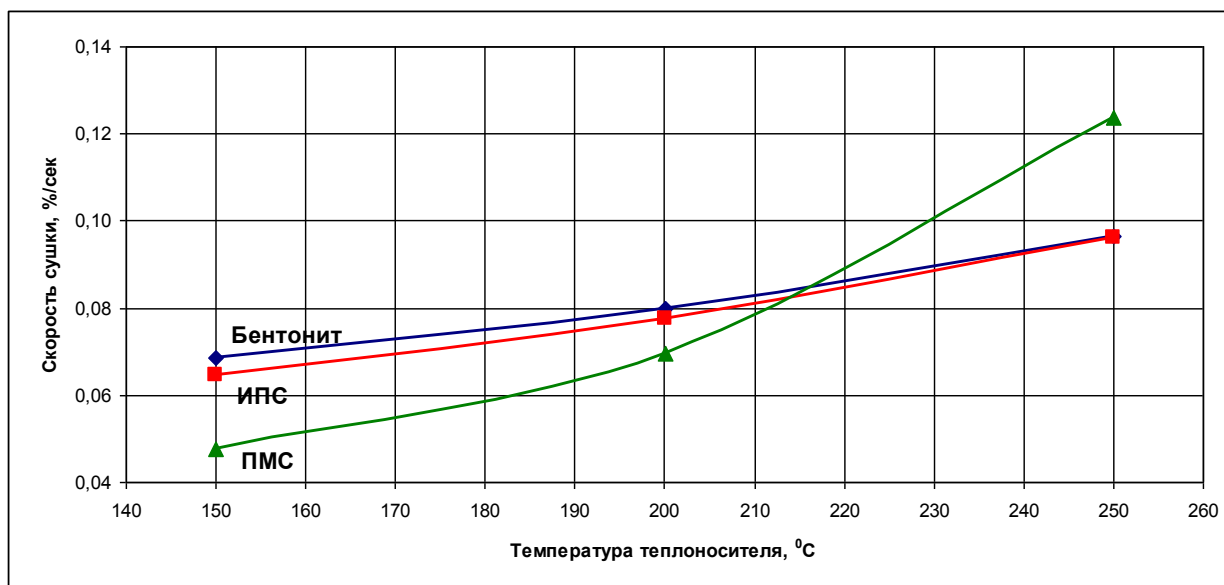


Рис. 3. Зависимость скорости сушки от температуры теплоносителя

Таким образом, исследование влияния типа связующего вещества, скорости сушки и температуры теплоносителя на показатели прочности сухих окатышей показало, что определяющую роль в формировании прочностной структуры окатышей оказывает тип связующего, который влияет также на продолжительность процесса сушки и соответственно на скорость удаления влаги из окатышей. Продолжительность сушки окатышей обусловлена характеристиками сырых окатышей (пористость, влажность, вид и количество связующей добавки), и температурой сушильного агента.

Список использованных источников

1. Вохмякова И. С., Горбачева В.А., Гушин С.Н. и др. Определение роли удельной поверхности гематитового концентрата и типа связующего, в формировании свойств сырых окатышей, используемых в технологии ITmk-3 // Сталь. 2012. № 10. – С. 35–37.
2. Ручкин Е.А. Производство железорудных окатышей. – М.: Металлургия, 1976. – 184 с.